CIRCUITOS DIGITAIS - PROF. VICTOR MIRANDA
ANÁLISES E EXERCÍCIOS COMENTADOS

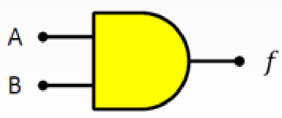
UNIDADE 3: PORTAS LÓGICAS

FUNÇÕES CUJA SAÍDA É DETERMINADA POR MEIO DO NÍVEL LÓGICO DE APENAS UMA VARIÁVEL, DENTRE AS DUAS:

Tabela verdade de $A \cdot B$

A	B	$A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Porta Lógica AND:

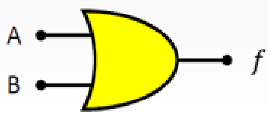


A saída será igual a 0 se ao menos uma das entradas for igual a 0 (independente da outra) e será igual a 1 somente se ambas as entradas forem iguais a 1 simultaneamente.

Tabela verdade de $A + B$

A	B	$A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

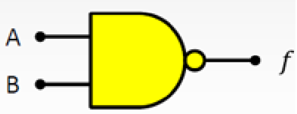
Porta Lógica OR:



A saída será igual a 1 se ao menos uma das entradas for igual a 1 (independente da outra) e será igual a 0 somente se ambas as entradas forem iguais a 0 simultaneamente.

Entradas		Saída
A	B	$\overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

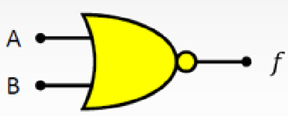
Porta Lógica NAND:



A saída será igual a 1 se ao menos uma das entradas for igual a 0 (independente da outra) e será igual a 0 somente se ambas as entradas forem iguais a 1 simultaneamente.

Entradas		Saída
A	B	$\overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

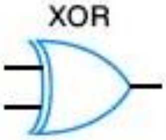
Porta Lógica NOR:



A saída será igual a 0 se ao menos uma das entradas for igual a 1 (independente da outra) e será igual a 1 somente se ambas as entradas forem iguais a 0 simultaneamente.

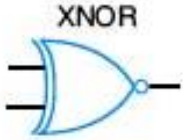
FUNÇÕES CUJA SAÍDA DEPENDE DOS NÍVEIS LÓGICOS DAS DUAS VARIÁVEIS:

XOR



x	y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR



x	y	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A XOR fornece 1 na saída quando as entradas forem diferentes entre si; e fornece 0 quando as entradas forem iguais entre si.

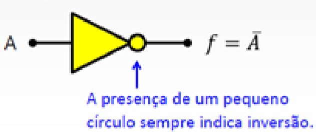
A XNOR fornece 1 na saída quando as entradas forem iguais entre si; e fornece 0 quando as entradas forem diferentes.

FUNÇÕES QUE DEPENDE DE APENAS UMA VARIÁVEL:

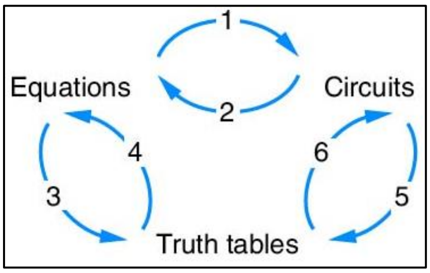
Tabela verdade de $\bar{A}$

A	$\bar{A}$
0	1
1	0

Porta Lógica NOT:



Se a entrada for 0, a saída será 1;
Se a entrada for 1, a saída será 0.



UNIDADE 3: FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DE UMA FUNÇÃO LÓGICA →

1) Derive as expressões na forma de SoP, PoS:

a) $\mathbf{R} = \overline{(\mathbf{A} \oplus \mathbf{B})\mathbf{C} + \overline{\mathbf{A}}}$ **com A (MSB) e C (LSB)**

No caso mais geral, monta a tabela verdade e preenche as saídas para cada linha de acordo com a função lógica enunciada → vide a execução deste passo na figura abaixo.

Truth Table

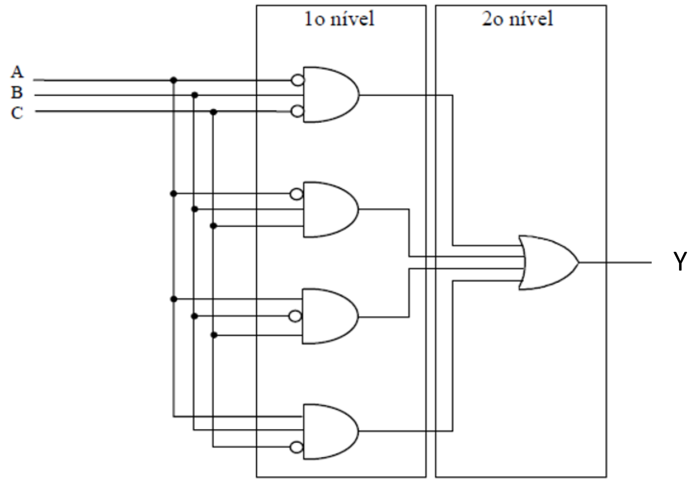
A B C	
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	0
0 1 1	0
1 0 0	1
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	0

Canonical: AB'C' + AB'C + ABC'

Canonical: (A+B+C) (A+B+C') (A+B'+C) (A+B'+C') (A'+B'+C')

---

b) No circuito a seguir**: A é o MSB e C, o LSB**



Y = A'BC' + A'BC + AB'C + ABC' = Y(SoP)

Esta expressão já está coincidentemente na forma canônica de SoP, onde cada termo-produto contém todas as variáveis (estando estas negadas ou não). Assim, podemos escrever a expressão anterior na forma:

Y(SoP) = ∑ m(2, 3, 5, 6)

Busca fazer a conversão entre as formas canônicas sempre através da representação das expressões em índices decimais.

Se Y(SoP) = ∑ m(2, 3, 5, 6), então:

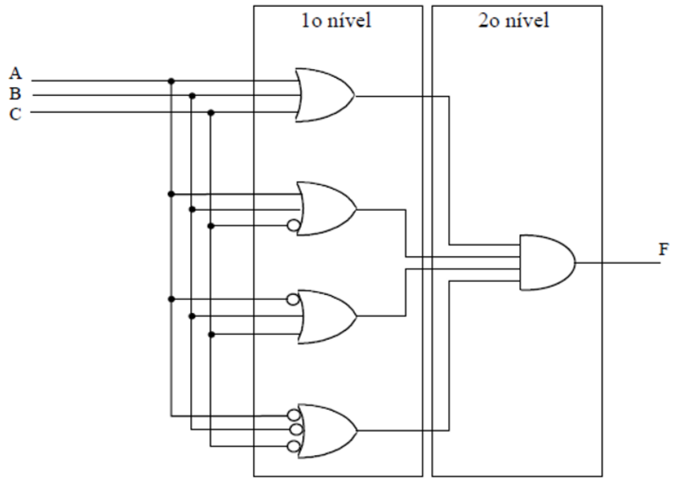
Y(PoS) = πM(0, 1, 4, 7)

A partir desta, escreve-se a forma canônica com base nas variáveis de entrada, **sempre atento à ordem de significância das variáveis, especialmente a mesma solicitada no enunciado**:

Y(PoS) = πM(0, 1, 4, 7)

Y(PoS) = (A+B+C).(A+B+C').(A'+B+C).(A'+B'+C')

c) No circuito a seguir: **C é o MSB e A, o LSB**



$F = (C+B+A).(C'+B+A).(C+B+A').(C'+B'+A') = F(PoS)$

Esta expressão já está coincidentemente na forma canônica de PoS, onde cada termo-soma contém todas as variáveis (estando estas negadas ou não). Assim, podemos escrever a expressão anterior na forma:

$F(PoS) = \prod M\ (0, 4, 1, 7)$. Reordenando os índices na expressão, temos:

$$F(PoS) = \prod M\ (0, 1, 4, 7)$$

Busca fazer sempre a conversão entre as formas canônicas através da representação em índices decimais.

Se $F(PoS) = \prod M\ (0, 1, 4, 7)$, então:
$F(SoP) = \sum m(2, 3, 5, 6)$

A partir desta, escreve-se a forma canônica com base nas variáveis de entrada, **sempre atento à ordem de significância das variáveis, especialmente a mesma solicitada no enunciado**:

$$F(SoP) = \sum m(2, 3, 5, 6)$$
$$F(SoP) = C'BA' + C'BA + CB'A + CBA'$$

ATENÇÃO, devido à ordem de significância pedida ser CBA e não ABC, a expressão acima (resultado **correto**, conforme o enunciado) é diferente da expressão abaixo (resultado **incorreto**, conforme o enunciado – observe os termos diferentes em verde):

$$F(SoP) = A'BC' + A'BC + AB'C + ABC'$$

---

d) $S = X'Z'Y'W + Y'X$ com a seguinte ordem de significância: WXYZ

Esta expressão está quase na forma canônica de SoP. A diferença é que na forma canônica SoP, cada termo-produto deve conter todas as variáveis (estando estas negadas ou não).
Com isso, usa-se, nesse caso, o seguinte artifício:

1) Acrescentam-se as combinações possíveis das variáveis que faltam para completar o termo.
Para N variáves faltantes no termo, são possíveis 2^N combinações entre elas e, portanto, serão acrescentados 2^N termos à expressão. No nosso exemplo, faltam 2 variáveis em um dos termos-produtos e são acrescentados 2^2 = 4 termos (em vermelho).

$$S = X'Z'Y'W + Y'X\,(Z'W') + Y'X\,(Z'W) + Y'X\,(ZW') + Y'X\,(ZW)$$

2) Agora temos que cada termo-produto contém todas as variáveis (barradas ou não) → forma canônica SoP. Porém, faz-se necessário reordenar, na sequência, as variáveis em cada termo-produto de acordo com a ordem de significância.

S(SoP) = WX’Y’Z’ + W’XY’Z’ + WXY’Z’ + W’XY’Z + WXY’Z

3) A cada termo-produto, associa-se o respectivo mintermo.

$$S(SoP) = \sum m(8, 4, 12, 5, 13)$$

$$S(SoP) = \sum m(4, 5, 8, 12, 13)$$

4) Busca fazer sempre a conversão entre as formas canônicas através da representação em índices decimais.

Se $S(SoP) = \sum m(8,4,12,5,13) = \sum m(4,5,8,12,13)$, então:

$$S(PoS) = \pi M(0,1,2,3,6,7,9,10,11,14,15)$$

A partir desta, escreve-se a forma canônica com base nas variáveis de entrada, sempre atento à ordem de significância das variáveis:

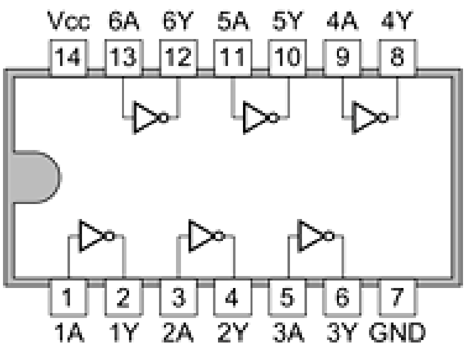
$$S(PoS) = \pi M(0,1,2,3,6,7,9,10,11,14,15)$$

$$S(PoS) = (W+X+Y+Z).(W+X+Y+Z').(W+X+Y'+Z).(W+X+Y'+Z').(W+X'+Y'+Z).(W+X'+Y'+Z').(W'+X+Y+Z').(W'+X+Y'+Z).(W'+X+Y'+Z').(W'+X'+Y'+Z).(W'+X'+Y'+Z')$$

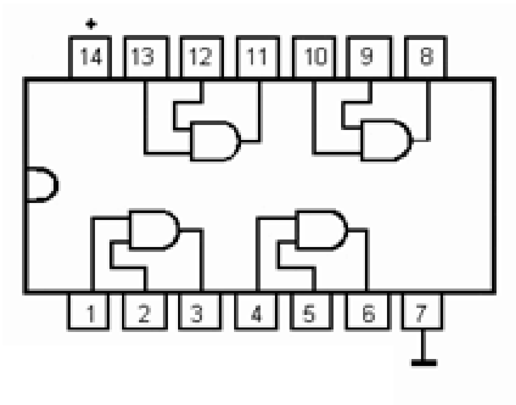
ASPECTOS PRÁTICOS DE LABORATÓRIO:

Circuitos Integrados (CI’s ou Chip’s) utilizados nas aulas práticas:

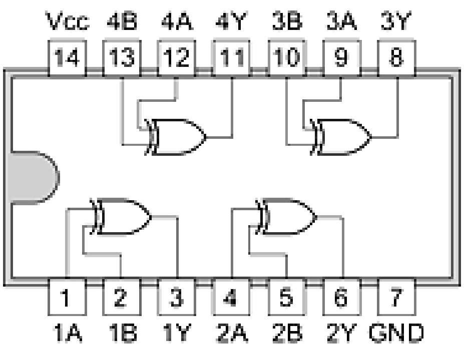
Portas NOT (CI 7404)



Portas AND (CI 7408)



Portas XOR (CI 7486)



Portas OR (CI 7432)